

⑫ 公開特許公報(A) 平2-207159

⑤Int. Cl.⁵F 02 D 41/14
45/00

識別記号

3 1 0 K
3 6 8 Z

庁内整理番号

8612-3G
8109-3G

⑬公開 平成2年(1990)8月16日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全19頁)

⑭発明の名称 内燃機関の触媒劣化判別装置

⑰特 願 平1-23962

⑱出 願 平1(1989)2月3日

⑲発 明 者 泉 谷 尚 秀 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑳出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
㉑代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の触媒劣化判別装置

2. 特許請求の範囲

1. 内燃機関の排気通路に設けられ三元触媒

(12)と、

該三元触媒の上流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサ

(13)と、

前記三元触媒の下流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサ(15)と、

前記上流側空燃比センサの出力および前記下流側空燃比センサの出力に応じて前記機関の空燃比の調整する空燃比調整手段と、

前記機関が所定運転状態のときに、前記機関の空燃比を強制的にリッチにし、しかる後に強制的にリーンするリッチ/リーン強制反転手段と、

前記下流側空燃比センサの出力のリッチからリーンへの反転を判別するリッチ/リーン反転判別

手段と、

前記機関の空燃比のリッチからリーンへの強制反転後から、前記下流側空燃比センサの出力がリッチからリーンへ反転するまでの時間を計算する時間計測手段と、

該計測された時間が所定時間以下のときに前記三元触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と

を具備する内燃機関の触媒劣化判定装置。

2. 内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒(12)と、

該三元触媒の上流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサ(13)と、

前記三元触媒の排気通路の下流側に設けられ、前記機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサ(15)と、

前記上流側空燃比センサの出力および前記下流側空燃比センサの出力に応じて前記機関の空燃比の調整する空燃比調整手段と、

前記機関が所定運転状態のときに、前記機関の空燃比を強制的にリーンにし、しかる後に強制的にリッチにするリーン／リッチ強制反転手段と、

前記下流側空燃比センサの出力のリーンからリッチへの反転を判別するリーン／リッチ反転判別手段と、

前記機関の空燃比のリーンからリッチへの強制反転後から、前記下流側空燃比センサの出力がリーンからリッチへ反転するまでの時間を計測する時間計測手段と、

該計測された時間が所定時間以下のときに前記三元触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と

を具備する内燃機関の触媒劣化判定装置。

3. 内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒(12)と、

該三元触媒の上流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサ

(13)と、

前記三元触媒の排気通路の下流側に設けられ、

ーンからリッチへ反転するまでの第2の時間を計測する第2の時間の計測手段と、

該計測された第1、第2の時間の和が所定時間以下のときに前記三元触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と

を具備する内燃機関の触媒劣化判定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は触媒コンバータの上流側、下流側に空燃比センサ(本明細書では、酸素濃度センサ(O₂センサ))を設けた空燃比センサシステムにおける触媒劣化判別装置に関する。

〔従来の技術〕

単なる空燃比フィードバック制御(シングルO₂センサシステム)では、酸素濃度を検出するO₂センサをできるだけ燃焼室に近い排気系の箇所、すなわち触媒コンバータより上流である排気マニホールドの集合部分に設けているが、O₂センサの出力特性のばらつきのために空燃比の制御精度

前記機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサ(15)と、

前記上流側空燃比センサの出力および前記下流側空燃比センサの出力に応じて前記機関の空燃比の調整する空燃比調整手段と、

前記機関が所定運転状態のときに、前記機関の空燃比を強制的にリッチにし、しかる後に強制的にリーンにするリッチ／リーン強制反転手段と、

前記機関が所定運転状態のときに、前記機関の空燃比を強制的にリーンにし、しかる後に強制的にリッチにするリーン／リッチ強制反転手段と、

前記下流側空燃比センサの出力のリッチからリーンへの反転リーンからリッチへの反転を判別する反転判別手段と、

前記機関の空燃比のリッチからリーンへの強制反転後から、前記下流側空燃比センサの出力がリッチからリーンへ反転するまでの第1の時間を計測する第1の時間計測手段と、

前記機関の空燃比のリーンからリッチへの強制反転後から、前記下流側空燃比センサの出力がリ

の改善に支障が生じている。かかるO₂センサの出力特性のばらつきおよび燃料噴射弁等の部品のばらつき、経時あるいは経年の変化を補償するために、触媒コンバータの下流に第2のO₂センサを設け、上流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御を行うダブルO₂センサシステムが既に提案されている(参照：特開昭61-286550号公報)。このダブルO₂センサシステムでは、触媒コンバータの下流側に設けられたO₂センサは、下流側O₂センサに比較して、低い応答速度を有するものの、次の理由により出力特性のばらつきが小さいという利点を有している。

(1) 触媒コンバータの下流では、排気温が低いので熱的影響が少ない。

(2) 触媒コンバータの下流では、種々の毒が触媒にトラップされているので下流側O₂センサの被毒量は少ない。

(3) 触媒コンバータの下流では排気ガスは十分に混合されており、しかも、排気ガス中の酸素濃

度は平衡状態に近い値になっている。

したがって、上述のごとく、2つのO₂センサの出力にもとづく空燃比フィードバック制御（ダブルO₂センサシステム）により、上流側O₂センサの出力特性のばらつきを下流側O₂センサにより吸収できる。実際に、第2図に示すように、シングルO₂センサシステムでは、O₂センサ出力特性が悪化した場合、排気エミッション特性に直接影響するのに対し、ダブルO₂センサシステムでは、上流側O₂センサの出力特性が悪化しても、排気エミッション特性は悪化しない。つまり、ダブルO₂センサシステムにおいては、下流側O₂センサが安定な出力特性を維持している限り、良好な排気エミッションが保証される。

触媒コンバータの触媒は車両を通常考えられる使用条件の範囲内で使用されている限り、その機能が著しく低下しないように設計されている。しかし、ユーザが燃料を誤って有鉛ガソリンを入れてしまうと、使用中に何らかの原因でハイテンションコードが抜け失火してしまう場合には、触

媒の機能は著しく低下することがある。前者の場合には、ユーザは全く気付かず、また、後者の場合にはハイテンションコードを挿入し直せばよいので触媒を交換することはまずない。この結果、触媒コンバータが十分に排気ガスを浄化しないまま、走行されることがある。

しかしながら、上述のダブルO₂センサシステムにおいては、上述のごとく、触媒の機能が劣化すると、HC・CO・H₂等の未燃ガスの影響を受け、下流側O₂センサの出力特性は劣化する。すなわち、下流側O₂センサの出力の反転回数が大きくなり、この結果、下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御に乱れを生じさせ、良好な空燃比が得られなくなり、この結果、燃費の悪化、ドライバビリティの悪化、HC・CO・NO_xエミッションの悪化等を招くという問題点がある。

このため、本願出願人は、既に次の手段による触媒劣化判別方法を提案している。

1) 上、下流側O₂センサの出力周期の比較
(参照：特開昭61-286550号公報)、

2) 単位時間当りの下流側O₂センサの出力の反転回数（参照：特開昭63-97852号公報）、

3) 機関が理論空燃比運転状態から明瞭なリッチ状態に強制的に移行する際の下流側O₂センサの出力のリーンからリッチへの反転までの時間及び／または機関が理論空燃比運転状態から明瞭なリーン状態に強制的に移行する際の下流側O₂センサの出力のリッチからリーンへの反転までの時間（参照：特願昭63-179155号）、

4) 機関の運転状態がリーン状態からリッチ状態（もしくは理論空燃比運転状態）に移行する際の下流側O₂センサの出力のリーンからリッチへの反転までの時間及び／または機関の運転状態がリッチ状態からリーン状態（もしくは理論空燃比運転状態）に移行する際の下流側O₂センサの出力のリッチからリーンへの反転までの時間（参照：特願昭63-180336号）。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上述のいずれの触媒劣化判別シ

ステムにおいても、実際の走行条件のもとで触媒劣化判別が行われ、この結果、運転条件が比較的定常の場合には判別可能であるが、実際の走行条件の場合には加減速が頻繁に行われるために判別頻度が極端に低くなる。そこで、判別頻度を上げるために判別運転条件の限定を緩めると、一定の判別基準値では判別が不可能となり、したがって、たとえ判別したとしても、その判別精度は低いという課題がある。

したがって、本発明の目的は、ダブルO₂センサシステムにおける高精度の触媒劣化判別システムを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上述の課題を解決するための手段は、第1A図、第1B図、第1C図に示される。

第1A図においては、内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒CC₁₀の下流側の排気通路には、機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサが設けられ、また、三元触媒CC₁₀の下流側の排気通

路には、機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサが設けられている。空燃比調整手段は、上流側空燃比センサの出力 V_1 、および下流側空燃比センサの出力 V_2 に応じて機関の空燃比を調整する。リッチ／リーン強制反転手段は、機関が所定運転状態のときに、機関の空燃比を強制的にリッチにし、しかる後に強制的にリーンにし、リッチ／リーン反転判別手段は下流側空燃比センサの出力 V_2 のリッチからリーンへの反転を判別する。この結果、時間計測手段は機関の空燃比のリッチからリーンへの強制反転後から、下流側空燃比センサの出力 V_2 がリッチからリーンへ反転するまでの時間 CB を計測し、この時間 CB が所定時間以下のときに、触媒劣化判別手段は三元触媒が劣化したと判別するものである。

第1B図においては、第1A図のリッチ／リーン強制反転手段及びリッチ／リーン判定判別手段の代りに、リーン／リッチ強制反転手段及びリーン／リッチ反転判別手段を設けてある。この結果、時間計測手段は機関の空燃比のリーンからリッチ

への強制反転後から、下流側空燃比センサの出力 V_2 がリッチからリーンへ反転するまでの時間 CA を計測する。この場合、触媒劣化判別手段は時間 CA が所定時間以下のときに三元触媒が劣化したと判別するものである。

第1C図においては、第1A図、第1B図を合体させたものである。すなわち、第1の時間計測手段は機関の空燃比のリッチからリーンへの強制反転後から、下流側空燃比センサの出力 V_2 がリッチからリーンへ反転するまでの第1の時間 CB を計測し、第2の時間計測手段は、機関の空燃比のリーンからリッチへの強制反転後から、下流側空燃比センサの出力 V_2 がリーンからリッチへ反転するまでの第2の時間 CA を計測する。そして、触媒劣化判別手段は計測された第1、第2の時間の和 $CA+CB$ が所定時間以下のときに三元触媒が劣化したと判別するものである。

〔作用〕

第1A図の手段によれば、機関がリッチ状態に

より三元触媒の O_2 空状態を確認した後に、機関がリーン状態への強制的な移行の際の三元触媒への O_2 ストレージ時間 CB を計測することにより三元触媒の最大 O_2 ストレージ量を間接的に計測する。なお、時間 CB の計測開始前の三元触媒の O_2 空状態は完全な O_2 空状態が好ましいので、上記リッチ状態は所定時間以上保持することが好ましい。

第1B図の手段によれば、機関がリーン状態により三元触媒の O_2 ストレージ状態を確認した後に、機関がリッチ状態への強制的な移行の際の三元触媒からの O_2 掃出し時間 CA を計測することにより三元触媒の最大 O_2 ストレージ量を間接的に計測する。なお、時間 CA の計測開始前の三元触媒の O_2 ストレージ状態は完全な O_2 ストレージ状態（滴杯状態）が好ましいので、上記リーン状態は所定時間以上保持することが好ましい。

第1C図の手段によれば、第1A図の手段における三元触媒の O_2 ストレージ時間 CB と第1B図の手段における三元触媒の O_2 掃出し時間 CA

との和により三元触媒の最大 O_2 ストレージ量を間接的に計測する。

以上の第1A図～第1C図の手段はいずれも、機関が所定運転状態であって、三元触媒の最大 O_2 ストレージ量を間接的に計測することにより三元触媒の劣化度を推定する。たとえば、車検、定検や機関の暖機が十分であり安定且つ触媒が十分暖められているといった状態で行うことができるので、走行中の場合のように、過渡的挙動による触媒劣化の誤判別は少ない。

〔実施例〕

第3図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概略図である。第3図において、機関本体1の吸気通路2にはエアフローメータ3が設けられている。エアフローメータ3は吸入空気量を直接計測するものであって、たとえばポテンショメータを内蔵して吸入空気量に比例したアナログ電圧の出力信号を発生する。この出力信号は制御回路10のマルチプレクサ内蔵A

／D変換器101に提供されている。ディストリビュータ4には、その軸がたとえばクランク角に換算して720°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ5およびクランク角に換算して30°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ6が設けられている。これらクランク角センサ5・6のパルス信号は制御回路10の入出力インターフェイス102に供給され、このうち、クランク角センサ6の出力はCPU103の割込み端子に供給される。

さらに、吸気通路2には各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁7が設けられている。

また、機関本体1のシリンダブロックのウォータージャケット8には、冷却水の温度を検出するための水温センサ9が設けられている。水温センサ9は冷却水の温度T_{HW}に応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。この出力もA／D変換器101に供給されている。

排気マニホールド11より下流の排気系には、

排気ガス中の3つの有毒成分HC・CO・NO_xを同時に浄化する三元触媒を収容する触媒コンバータ12が設けられている。

排気マニホールド11には、すなわち触媒コンバータ12の上流側には第1のO₂センサ13が設けられ、触媒コンバータ12の下流側の排気管14には第2のO₂センサ15が設けられている。O₂センサ13・15は排気ガス中の酸素成分濃度に応じた電気信号を発生する。すなわち、O₂センサ13・15は空燃比が理論空燃比に対してリーン側かリッチ側かに応じて、異なる出力電圧を制御回路10のA／D変換器101に発生する。制御回路10は、たとえばマイクロコンピュータとして構成され、A／D変換器101、入出力インターフェイス102、CPU103の外に、ROM104、RAM105、バックアップRAM106、クロック発生回路107等が設けられている。

また、吸気通路2のスロットル弁16には、スロットル弁16が全開か否かを示す信号L_Sを発生するアイドルスイッチ17が設けられている。

このアイドル出力信号L_Sは制御回路10の入出力インターフェイス102に供給される。また、18は点火時期等の調整用のT端子、19は触媒コンバータ12の三元触媒が劣化したことを示すアラームである。

また、制御回路10において、ダウンカウンタ108、フリップフロップ109、および駆動回路110は燃料噴射弁7を制御するためのものである。すなわち、後述のルーチンにおいて、燃料噴射量T_{AU}が演算されると、燃料噴射量T_{AU}がダウンカウンタ108にプリセットされると共にフリップフロップ109もセットされる。この結果、駆動回路110が燃料噴射弁7の付勢を開始する。他方、ダウンカウンタ108がクロック信号(図示せず)を計数して最後にそのボローアウト端子が“1”レベルとなったときに、フリップフロップ109がセットされて駆動回路110は燃料噴射弁7の付勢を停止する。つまり、上述の燃料噴射量T_{AU}だけ燃料噴射弁7は付勢され、従って、燃料噴射量T_{AU}に応じた量の燃料が機関本体1の燃焼室に

送り込まれることになる。

なお、CPU103の割込み発生は、A／D変換器101のA／D変換終了後、入出力インターフェイス102がクランク角センサ6のパルス信号を受信した時、クロック発生回路107からの割込信号を受信した時、等である。

エアフローセンサ3の吸入空気量データQ及び冷却水温データT_{HW}は所定時間もしくは所定クランク角毎に実行されるA／D変換ルーチンによって取込まれてRAM105の所定領域に格納される。つまり、RAM105におけるデータQおよびT_{HW}は所定時間毎に更新されている。また、回転速度データN_eはクランク角センサ6の30°CA毎の割込みによって演算されてRAM105の所定領域に格納される。

第4図は上流側O₂センサ13の出力にもとづいて空燃比補正係数F_{A/F}を演算する第1の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行される。

ステップ401では、上流側O₂センサ13によ

る空燃比の開ループ（フィードバック）条件が成立しているかを判別する。たとえば、冷却水温が所定値以下の時、機関始動中、始動後増量中、暖機増量中、パワー増量中、触媒過熱防止のためのO₂TP増量中、上流側O₂センサ13の出力信号が一度も反転していない時、燃料カット中等はいずれも閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件が不成立のときには、ステップ429に進み、空燃比補正係数FAFをその平均値FAFAVとする。他方、閉ループ条件成立の場合はステップ402に進む。

ステップ402では、触媒劣化判別条件成立かを判別する。たとえば触媒劣化判別条件は、冷却水温THWが70℃≦THW≦100℃であること、負荷Q/Nが0.07≦Q/N≦0.12を満足すること、他の増量系がすべて0であること、エアクション(AS)がオフであること始動後7分以上経過したこと、吸気温度THAが10℃≦THA≦40℃であること、アイドルスイッチ17がオンであること(LL="1")、T端子18がオン状態

であること等である。つまり、点検時、機関の暖機が十分であり且つ触媒が十分暖められているという条件が満たされることである。触媒劣化判別条件が満足している場合には、ステップ430に進み、劣化判別条件フラグXAをセットする。この場合には、上流側O₂センサ13の出力V₁による空燃比フィードバック制御は中止される。なお、劣化判別条件フラグXAがセットされると後述の触媒劣化判別ルーチンが実行される。

他方ステップ401での閉ループ条件が成立し且つステップ402にて劣化判別条件が成立しないときにはステップ402'に進む。ステップ402'では、劣化判別条件フラグXAをリセットする。次に、ステップ403では、上流側O₂センサ13の出力V₁をA/D変換して取込み、ステップ404にてV₁が比較電圧V₁₁たとえば0.45V以下かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する、つまり、リーン(V₁≦V₁₁)であれば、ステップ405にてディレイカウンタCDLYが正かを判別し、CDLY>0であればステップ406

にてCDLYを0とし、ステップ407に進む。ステップ407では、ディレイカウンタCDLYを1減算し、ステップ408、409にてディレイカウンタCDLYを最小値TDLでガードする。この場合、ディレイカウンタCDLYが最小値TDLに到達したときにはステップ410にて第1の空燃比フラグF1を"0"(リーン)とする。なお、最小値TDLは上流側O₂センサ13の出力においてリッチからリーンへの変化があってもリッチ状態であるとの判断を保持するためのリーン遅延状態であって、負の値で定義される。他方、リーン(V₁>V₁₁)であれば、ステップ411にてディレイカウンタCDLYが負かを判別し、CDLY<0であればステップ412にてCDLYを0とし、ステップ413に進む。ステップ413ではディレイカウンタCDLYを1加算し、ステップ414、415にてディレイカウンタCDLYを最大値TDRでガードする。この場合、ディレイカウンタCDLYが最大値TDRに到達したときにはステップ416にて第1の空燃比フラグF1を"1"(リッチ)とする。なお、最大値TDRは上流側

O₂センサ13の出力においてリーンからリッチへの変化があってもリーン状態であるとの判断を保持するためのリッチ遅延時間であって、正の値で定義される。

ステップ417では、第1の空燃比フラグF1の符号が反転したかを判別する、すなわち遅延処理後の空燃比が反転したかを判別する。空燃比が反転していれば、ステップ418にて、空燃比補正係数FAFの平均値FAFAVを、FAFAV←(FAF+FAF0)/2より演算する。ステップ418'にてFAFをFAF0とする。つまり、FAF0は前回スキップ時のFAF値である。次に、ステップ419にて、第1の空燃比フラグF1の値により、リッチからリーンへの反転か、リーンからリッチへの反転かを判別する。リッチからリーンへの反転であれば、ステップ420にてFAF←FAF+RSRとスキップ的に増大させ、逆に、リーンからリッチへの反転であれば、ステップ421にてFAF←FAF-RSLとスキップ的に減少させる。つまり、スキップ処理を行う。

ステップ417にて第1の空燃比フラグF1の符号が反転していなければ、ステップ422、423、424にて積分処理を行う。つまり、ステップ423にて、 $F1 = "0"$ か否かを判別し、 $F1 = "0"$ (リーン) であればステップ423にて $FAF \leftarrow FAF + KIR$ とし、他方、 $F1 = "1"$ (リッチ) であればステップ424にて $FAF \leftarrow FAF - KIL$ とする。ここで、積分定数KIR、KILはスキップ量RSR、RSLに比して十分小さく設定しており、つまり、 $KIR(KIL) < RSR(RSL)$ である。したがって、ステップ423はリーン状態($F1 = "0"$)で燃料噴射量を徐々に増大させ、ステップ424はリッチ状態($F1 = "1"$)で燃料噴射量を徐々に減少させる。

ステップ420、421、423、424にて演算された空燃比補正係数FAFはステップ425、426にて最小値たとえば0.8にてガードされ、また、ステップ427、428にて最大値たとえば1.2にてガードされる。これにより、何らかの原因で空燃比補正係数FAFが大きくなり過ぎ、もしくは小さくなり過ぎた場合に、その値で機関の空燃比を制御してオ

ーバリッチ、オーバーリーンになるのを防ぐ。

上述のごとく演算されたFAFをRAM105に格納して、ステップ431にてこのルーチンは終了する。

第5図は第4図のフローチャートによる動作を補足説明するタイミング図である。上流側O₂センサ13の出力により第5図(A)に示すごとくリッチ、リーン判別の空燃比信号A/Fが得られると、ディレイカウンタCDLYは、第5図(B)に示すごとく、リッチ状態でカウントアップされ、リーン状態でカウントダウンされる。この結果、第5図(C)に示すごとく、遅延処理された空燃比信号A/F' (フラグF1に相当) が形成される。たとえば、時刻 t_1 にて空燃比信号A/F' がリーンからリッチに変化しても、遅延処理された空燃比信号A/F' はリッチ遅延時間TDRだけリーンに保持された後に時刻 t_2 にてリッチに変化する。時刻 t_3 にて空燃比信号A/Fがリッチからリーンに変化しても、遅延処理された空燃比信号A/F' はリーン遅延時間(-TDL)相当だけリッチに保持された後に時刻 t_4 にてリーンに

変化する。しかし空燃比信号A/F' が時刻 t_5 、 t_6 、 t_7 のごとくリッチ遅延時間TDRの短い期間で反転すると、ディレイカウンタCDLYが最大値TDRに到達するのに時間を要し、この結果、時刻 t_8 にて遅延処理後の空燃比信号A/F' が反転される。つまり、遅延処理後の空燃比信号A/F' は遅延処理前の空燃比信号A/Fに比べて安定となる。このように遅延処理後の安定した空燃比信号A/F' にもとづいて第5図(D)に示す空燃比補正係数FAFが得られる。

次に、下流側O₂センサ15による第2の空燃比フィードバック制御について説明する。第2の空燃比フィードバック制御としては、第1の空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量RSR、RSL、積分定数KIR、KIL、遅延時間TOR、TOL、もしくは上流側O₂センサ13の出力V₁の比較電圧V_{1c}を可変にするシステムと、第2の空燃比補正係数FAF2を導入するシステムとがある。

たとえば、リッチスキップ量RSRを大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、

リーンスキップ量RSLを小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーンスキップ量RSLを大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチスキップ量RSRを小さくしても制御空燃比をリーン側に移行できる。したがって、下流側O₂センサ15の出力に応じてリッチスキップ量RSRおよびリーンスキップ量RSLを補正することにより空燃比が制御できる。また、リッチ積分定数KIRを大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーン積分定数KILを小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーン積分定数KILを大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチ積分定数KIRを小さくしても制御空燃比をリーン側に移行できる。したがって、下流側O₂センサ15の出力に応じてリッチ積分定数KIRおよびリーン積分定数KILを補正することにより空燃比が制御できる。リッチ遅延時間TDRを大きくもしくはリーン遅延時間(-TDL)を小さく設定すれば、制御空燃比はリッチ側に移

行でき、逆に、リーン遅延時間(-TDL)を大きくもしくはリッチ遅延時間(TDR)を小さく設定すれば、制御空燃比はリーン側に移行できる。つまり、下流側O₂センサ15の出力に応じて遅延時間TDR, TDLを補正することにより空燃比が制御できる。さらにまた、比較電圧 V_{B1} を大きくすると制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、比較電圧 V_{B1} を小さくすると制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側O₂センサ15の出力に応じて比較電圧 V_{B1} を補正することにより空燃比が制御できる。

これらスキップ量、積分定数、遅延時間、比較電圧を下流側O₂センサによって可変とすることはそれぞれに長所がある。たとえば、遅延時間は非常に微妙な空燃比の調整が可能であり、また、スキップ量は、遅延時間のように空燃比のフィードバック周期を長くすることなくレスポンスの良い制御が可能である。従って、これら可変量は当然2つ以上組み合わせられて用いられ得る。

次に、空燃比フィードバック制御定数としての

スキップ量を可変にしたダブルO₂センサシステムについて説明する。

第6図は下流側O₂センサ15の出力にもとづく第2の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば512ms毎に実行される。ステップ601~605では、下流側O₂センサ15による閉ループ条件か否かを判別する。たとえば、上流側O₂センサ13による閉ループ条件の不成立(ステップ601)に加えて、冷却水温THWが所定値(たとえば70℃)以下のとき(ステップ602)、スロットル弁16が全閉(L=1)のとき(ステップ603)、軽負荷のとき($Q/Ne < X_1$)(ステップ604)、下流側O₂センサ15が活性化していないとき(ステップ605)等が閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件でなければステップ613に進み、閉ループ条件であればステップ606に進む。

ステップ606では、触媒劣化判別条件フラグXAが"1"(触媒劣化判別中)か否かを判別し、

この結果、触媒劣化判別中(XA="1")であればステップ613に直接進み、下流側O₂センサ15の出力 V_2 による空燃比フィードバック制御を中止する。

閉ループ条件成立且つ触媒劣化判別中でなければ(XA="0")、ステップ607~612に進む。

ステップ607では、下流側O₂センサ15の出力 V_2 をA/D変換して取り込み、ステップ608にて V_2 が比較電圧 V_{B2} たとえば0.55V以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。なお、比較電圧 V_{B2} は触媒コンバータ12の上流、下流で生ガスの影響による出力特性が異なることおよび劣化速度が異なること等を考慮して上流側O₂センサ13の出力の比較電圧 V_{B1} より高く設定されているが、この設定は任意でもよい。この結果、 $V_2 \leq V_{B2}$ (リッチ)であればステップ609にて、 $RSR \leftarrow RSR + \Delta RS$ とし、つまり、リッチスキップ量RSRを増大させて空燃比をリッチ側に移行させ、他方、 $V_2 > V_{B2}$ (リッチ)であればステップ610にて $RSR \leftarrow RSR$

$-\Delta RS$ とし、つまり、リッチスキップ量RSRを減少させて空燃比をリーン側に移行させる。ステップ611では、RSRを最大値MAX(=7.5%)及び最小値MIN(=2.5%)にてガードする。なお、最小値MINは過渡追従性がそなわれないレベルの値であり、また、最大値MAXは空燃比変動によりドライバビリティの悪化が発生しないレベルの値である。

次に、ステップ612では、リーンスキップ量RSLを、

$$RSL \leftarrow 10\% - RSR$$

により演算する。つまり、 $RSR + RSL = 10\%$ で制御する。

そして、ステップ613にてこのルーチンは終了する。

第7図は触媒劣化判別ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行され、第8図は第7図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。

時刻t₁以前では、触媒劣化判別条件フラグ

XAは“0”であり、ステップ701 からステップ713 に進み、カウンタCNT, CB をクリアし、ステップ714 に進む。

時刻 t_1 において、触媒劣化判別条件フラグXAが“0”から“1”となると、ステップ701 からステップ702 ~704 に進み、空燃比は期間Tだけ強制的にリッチとされる。すなわち、ステップ702 にて時間計測カウンタCNTを1カウントアップし、ステップ703 にて、 $CNT > T$ か否かを判別する。

次にステップ704 にて空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} + A$$

とする。これにより、 $FAF = FAF_{AV} + A$ の状態が時刻 $t_1 \sim t_2$ (期間T)維持される。ここで、Tは触媒コンバータ12の三元触媒が完全なO、空状態となるのに十分に長い期間である。

次に、ステップ703 における時刻 t_1 において、 $CNT > T$ が満足されると、ステップ705 以降に進み、空燃比は強制的にリーンとされる。すなわち、空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} - B$$

とする。ステップ706 では、時間計測用カウンタCBを1カウントアップし、ステップ707 にて下流側O₂センサ15の出力 V_2 をA/D変換して取込み、ステップ708 にて $V_2 \leq V_{2s}$ (リーン)か否かを判別する。つまり、カウンタCBにより時刻 t_1 から触媒下流空燃比がリッチからリーンへ反転するまでの時間を計測する。

上述の結果、触媒下流空燃比がリッチからリーンへの反転時点 t_2 (もしくは $t_2' \sim t_2''$)にて、ステップ708 でのフローはステップ709 に進む。ステップ709 では、カウンタCBが所定値CB0より小さいか否かを判別し、その結果、 $CB < CB0$ のときのみ、触媒劣化と判断し、ステップ710 にてアラーム19を付勢し、ステップ711 にてアラームビットXALMを“1”としてバックアップRAM 106に格納する。そして、ステップ712 にてカウンタCNT, CB をクリアしてステップ714 に進む。

なお、時刻 t_2 (もしくは $t_2' \sim t_2''$)における

カウンタCBの値は、三元触媒が完全なO、空状態からO₂ストレージ状態への移行時間を示し、したがって、三元触媒の浄化性能(劣化度)を示している。たとえば、第8図に示すように、カウンタCBの値は、触媒劣化度が大きくなるにつれて、CB1, CB2, CB3 と小さくなる。したがって、上述の所定値CB0はたとえば $CB1 < CB0 < CB2$ となる値である。

第9図も触媒劣化判別ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行され、第10図は第9図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。第9図、第10図においては、第7図、第8図の場合とは異なり、始めに強制的に空燃比をリーンとした後に、しかる後に空燃比をリッチと反転し、その時点から触媒下流空燃比が実際に反転する時点までの時間CAを計測することにより触媒劣化を判別するものである。

時刻 t_1 において、触媒劣化判別条件フラグXAが“0”から“1”となると、ステップ901 からステップ902 ~904 に進み、空燃比は期間T

だけ強制的にリーンとされる。すなわち、ステップ902 にて時間計測カウンタCNTを1カウントアップし、ステップ904 にて、 $CNT > T$ か否かを判別する。次にステップ904 にて空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} - B$$

とする。これにより、 $FAF = FAF_{AV} - B$ の状態が時刻 $t_1 \sim t_2$ (期間T)維持される。ここで、Tは触媒コンバータ12の三元触媒が完全なO、ストレージ状態となるのに十分に長い期間である。

次に、ステップ903 における時刻 t_1 において、 $CNT > T$ が満足されると、ステップ904 以降に進み、空燃比は強制的にリッチとされる。すなわち、空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} + A$$

とする。ステップ906 では、時間計測用カウンタCAを1カウントアップし、ステップ907 にて下流側O₂センサ15の出力 V_2 をA/D変換して取込み、ステップ908 にて $V_2 > V_{2s}$ (リッチ)か否かを判別する。つまり、カウンタCAにより

時刻 t_1 から触媒下流空燃比がリーンからリッチへ反転するまでの時間を計測する。

上述の結果、触媒下流空燃比がリーンからリッチへの反転時点 t_1 (もしくは t_1' 、 t_1'') にて、ステップ908でのフローはステップ909に進む。ステップ909では、カウンタCAが所定値CBより小さいか否かを判別し、その結果、 $CA < CB$ のときのみ、触媒劣化と判断し、ステップ910にてアラーム19を付勢し、ステップ911にてアラームビットXALMを“1”としてバックアップRAM 106に格納する。そして、ステップ912にてカウンタCNT, CAをクリアしてステップ914に進む。

なお、時刻 t_1 (もしくは t_1' 、 t_1'') におけるカウンタCAの値は、三元触媒が完全なO₂ストレージ状態からO₂掃き出し状態への移行時間を示し、したがって、三元触媒の浄化性能(劣化度)を示している。たとえば、第10図に示すように、カウンタCAの値は、触媒劣化度が大きくなるにつれて、CA1, CA2, CA3と小さくなる。したがって、上述の所定値CA0はたとえば $CA1 < CA0 < CA2$

となる値である。

第11図も触媒劣化判別ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行され、第12図は第11図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。

第11図、第12図においては、第7図、第8図の場合及び第9図、第10図の場合とを合体させたものである。すなわち、始めに強制的に空燃比をリッチした後に、しかる後に空燃比をリーンと反転し、その時点から触媒下流空燃比を実際に反転する時点までの時間CBを計測し、さらに、空燃比をリッチと反転し、その時点から触媒下流空燃比が実際に反転する時点までの時間CAを計測し、これらの和 $CA + CB$ により触媒劣化を判別するようにしたものである。

時刻 t_1 以前では触媒劣化判別条件フラグXAは“0”であるので、ステップ1101からステップ1118に進み、カウンタCNT, CA, CBをクリアしてステップ1119に進む。

時刻 t_1 において、触媒劣化判別条件フラグ

XAが“0”から“1”となると、ステップ1101からステップ1102~1105に進み、空燃比は期間Tだけ強制的にリッチとされる。すなわち、ステップ1102にて時間計測カウンタCNTを1カウントアップし、ステップ1103・1104にて、 $CNT > 2T$ 否か、及び $CNT > T$ 否かを判別する。次にステップ1105にて空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} + A$$

とする。これにより、 $FAF = FAF_{AV} + A$ の状態が時刻 $t_1 \sim t_2$ (期間T) 維持される。ここで、Tは触媒コンバータ12の三元触媒が完全なO₂空状態となるのに十分に長い期間である。

次に、 $T < CNT \leq 2T$ の間すなわち、時刻 $t_1 \sim t_2$ では、ステップ1104でのフローがステップ1106~1109に進む。ステップ1106~1109では、空燃比を強制的にリーンとして ($FAF \leftarrow FAF_{AV} - B$) 反転させ、その時点から触媒下流空燃比が実際に反転するまでの時間CBを計測する。すなわち、第12図におけるCB1, CB2, CB3に相当する時間を計測する。

なお、カウンタCNTが2Tである時刻では、触媒コンバータ12の三元触媒が完全なO₂ストレージ状態となっている。

さらに、 $CNT > 2T$ 、すなわち時刻 t_1 以降では、ステップ1103でのフローはステップ1110~1117に進む。ステップ1110では、空燃比は強制的にリッチとされる。すなわち、空燃比補正係数FAFを、

$$FAF \leftarrow FAF_{AV} + A$$

とする。ステップ1111・1112・1113にてカウンタCAにより時刻 t_1 から触媒下流空燃比がリーンからリッチへ反転するまでの時間を計測する。

上述の結果、触媒下流空燃比がリーンからリッチへの反転時点 t_1 (もしくは t_1' 、 t_1'') にて、ステップ1113でのフローはステップ1114に進む。ステップ1114では、和 $CA + CB$ が所定値 X_2 より小さいか否かを判別し、その結果、 $CA + CB < X_2$ のときのみ、触媒劣化と判断し、ステップ1115にてアラーム19を付勢し、ステップ1116にてアラームビットXALMを“1”としてバックアップRAM 106に格納する。そして、ステップ1117にてカウンタ

CNT, CA, CB をクリアしてステップ1118に進む。

上述のカウントCAの値は三元触媒の完全なO₂ストレージ状態からO₂掃き出し状態への移行時間を表わし、また、カウントCBの値は三元触媒の完全なO₂空状態からO₂ストレージ状態への移行時間を表わすので、その和CA+CBは三元触媒の浄化性能(劣化度)をより高精度に示している。このCA+CBの値は、第12図に示すように、触媒劣化度が大きくなるにつれて、CA1+CB1, CA2+CB2, CA3+CB3 と小さくなる。したがって、上述の所定値X₀はたとえばCA1+CB1<X₀<CA2+CB2 となる値である。

第13図は噴射量演算ルーチンであって、所定クランク角毎たとえば360°CAに実行される。ステップ1301ではRAM105より吸入空気量データQ及び回転速度データNeを読出して基本噴射量TAUPを演算する。たとえば $TAUP \leftarrow \alpha \cdot Q / Ne$ (α は定数)とする。ステップ1302では、最終噴射量TAUを、 $TAU \leftarrow TAUP \cdot FAF \cdot \beta + \tau$ により演算する。なお、 β , τ は他の運転状態パラメータによって

定まる補正量である。次いで、ステップ1303にて、噴射量TAUをダウンカウンタ108にセットすると共にフリップフロップ109をセットして燃料噴射を開始させる。そして、ステップ1004にてこのルーチンは終了する。

なお、上述のごとく、噴射量TAUに相当する時間が経過すると、ダウンカウンタ108のポロアウト信号によってフリップフロップ109がリセットされて燃料噴射は終了する。

なお、第1の空燃比フィードバック制御は4ms毎に、また、第2の空燃比フィードバック制御は512ms毎に行われるのは、空燃比フィードバック制御は応答性の良い上流側O₂センサによる制御を主として行い、応答性の悪い下流側O₂センサによる制御を従にして行うためである。

また、上流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御における他の制御定数、たとえば遅延時間、積分定数、等を下流側O₂センサの出力により補正するダブルO₂センサシステムにも、また、第2の空燃比補正係数を導入するダブルO₂センサシステムにも本発明を適用し得る。

センサシステムにも本発明を適用し得る。また、スキップ量、遅延時間、積分定数のうちの2つを同時に制御することにより制御性を向上できる。さらにスキップ量RSR, RSLのうちの一方を固定し他方のみを可変とすることも、遅延時間TDR, TDLのうちの一方を固定し他方のみを可変とすることも、あるいはリッチ積分定数KL R、リーン積分定数KI Lの一方を固定し他方を可変とすることも可能である。

また、吸入空気量センサとして、エアフローメータの代りに、カルマン渦センサ、ヒートワイヤセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例では、吸入空気量および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算しているが、吸入空気圧および機関の回転速度、もしくはスロットル弁開度および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算してもよい。

さらに、上述の実施例では、燃料噴射弁により吸気系への燃料噴射量を制御する内燃機関を示したが、キャブレタ式内燃機関にも本発明を適用し

得る。たとえば、エレクトリック・エア・コントロールバルブ(EACV)により機関の吸入空気量を調整して空燃比を制御するもの、エレクトリック・ブリード・エア・コントロールバルブによりキャブレタのエアブリード量を調整してメイン系通路およびスロー系通路への大気の導入により空燃比を制御するもの、機関の排気系へ送り込まれる2時空気量を調整するもの、等に本発明を適用し得る。この場合には、ステップ1301における基本噴射量TAUP相当の基本燃料噴射量がキャブレタ自身によって決定され、すなわち、吸入空気量に応じた吸気管負圧と機関の回転速度に応じて決定され、ステップ1302にて最終燃料噴射量TAUに相当する供給空気量が演算される。

さらに、上述の実施例では、空燃比センサとしてO₂センサを用いたが、COセンサ、リーンミクスチャセンサ等を用いることもできる。特に、上流側空燃比センサとしてTiO₂センサを用いると、制御応答性が向上し、下流側空燃比センサの出力による過補正が防止できる。

さらに、上述の実施例はマイクロコンピュータすなわちデジタル回路によって構成されているが、アナログ回路により構成することもできる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、限定された運転状態時に、触媒劣化を判別しているのに、走行時に行う場合に比較して三元触媒の劣化を高精度に判別できる。

4. 図面の簡単な説明

第1A図、第1B図、第1C図は本発明の構成を説明するための全体ブロック図、

第2図はシングルO₂センサシステムおよびダブルO₂センサシステムを説明するエミッション特性図、

第3図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概略図、

第4図、第6図、第7図、第9図、第11図、第13図は第3図の制御回路の動作を説明するためのフローチャート、

第5図、第8図、第10図、第12図はそれぞれ第4図、第7図、第9図、第11図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。

- 1…機関本体、
- 2…エアフローメータ、
- 4…ディストリビュータ、
- 5、6…クランク角センサ、
- 10…制御回路、
- 12…触媒コンバータ、
- 13…上流側O₂センサ、
- 14…下流側O₂センサ、
- 17…アイドルスイッチ。

特許出願人

トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

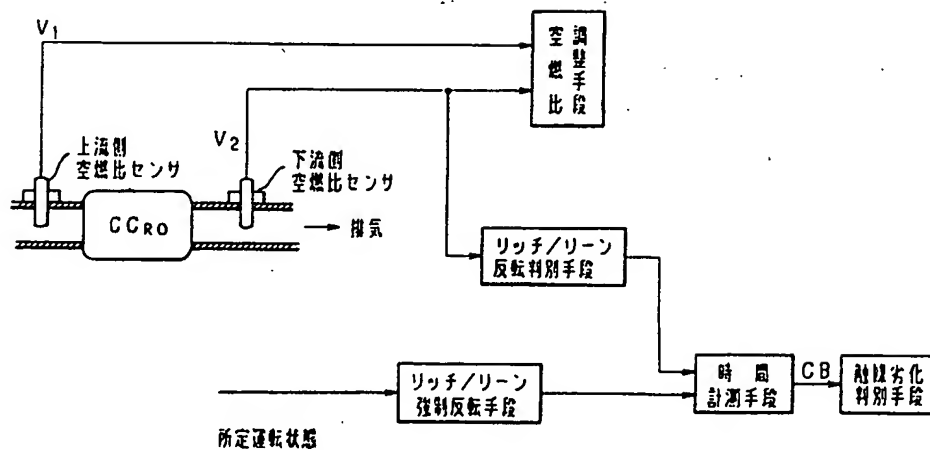
弁理士 青 木 朗

弁理士 石 田 敏

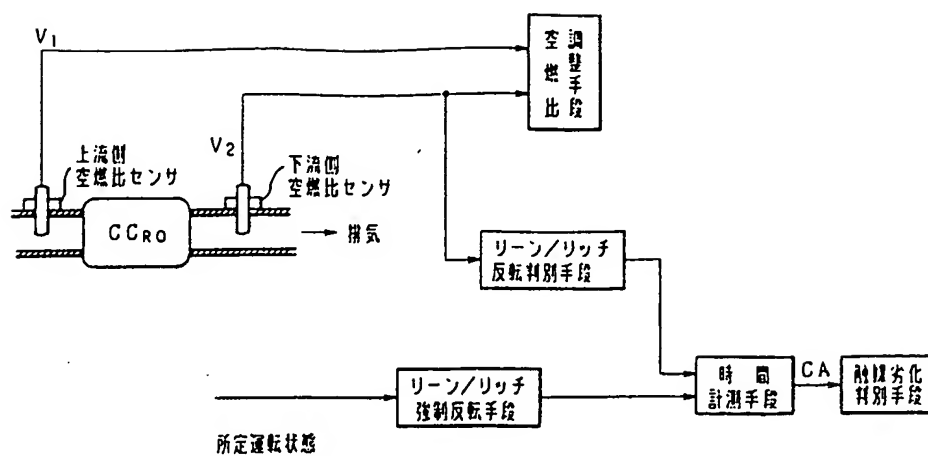
弁理士 平 岩 賢 三

弁理士 山 口 昭 之

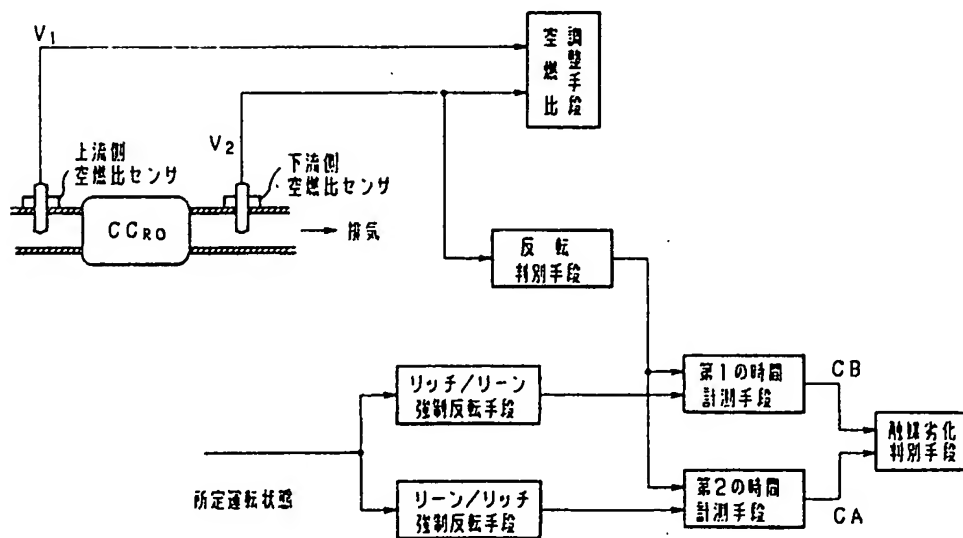
弁理士 西 山 雅 也



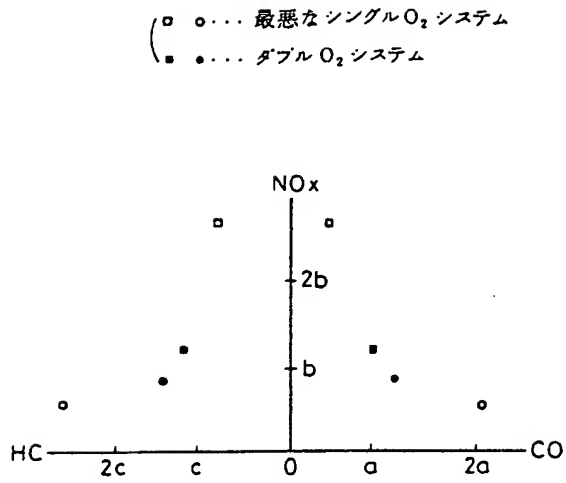
第1A図



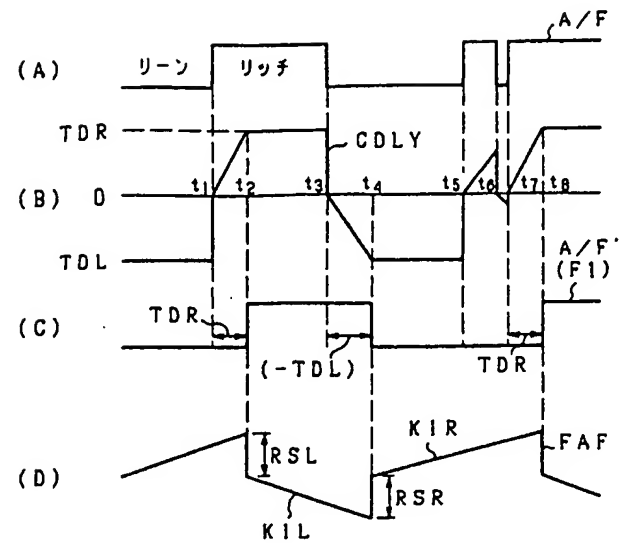
第1B図



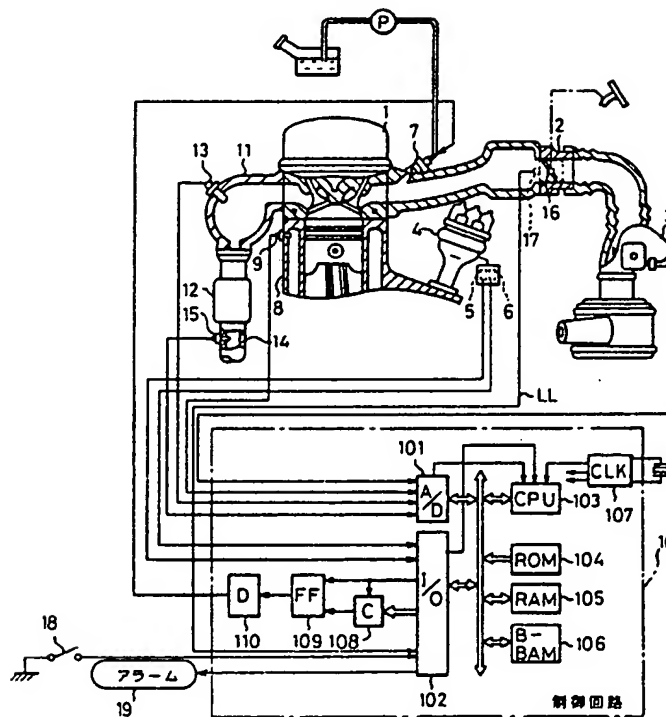
第1C図



第 2 図

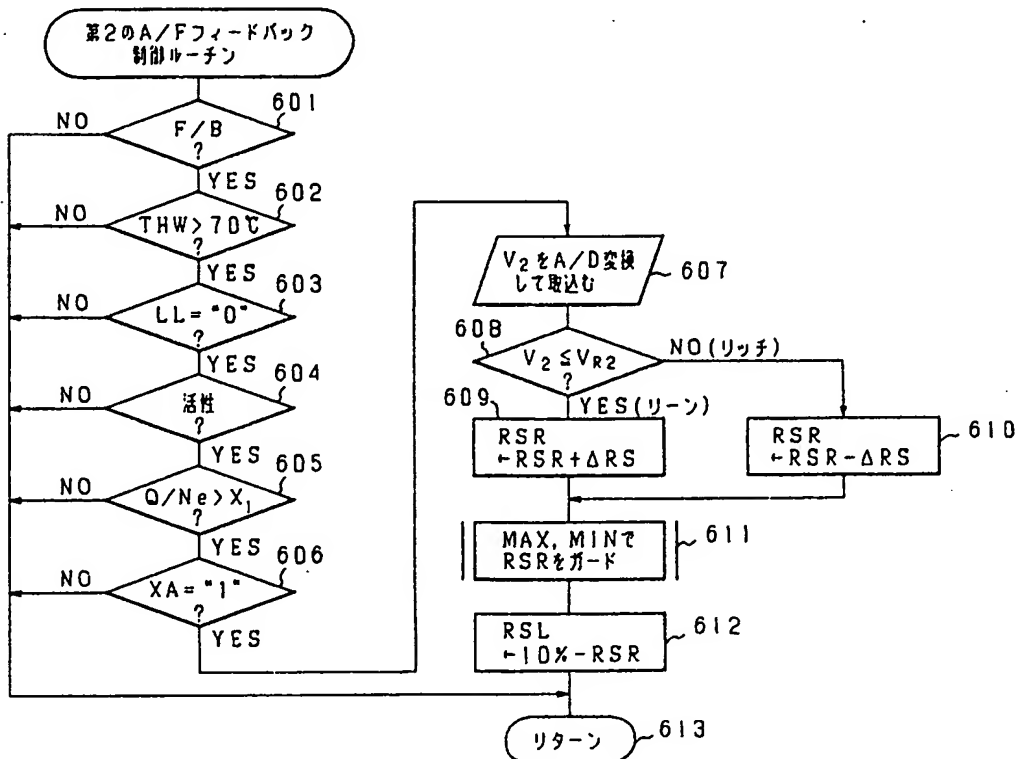
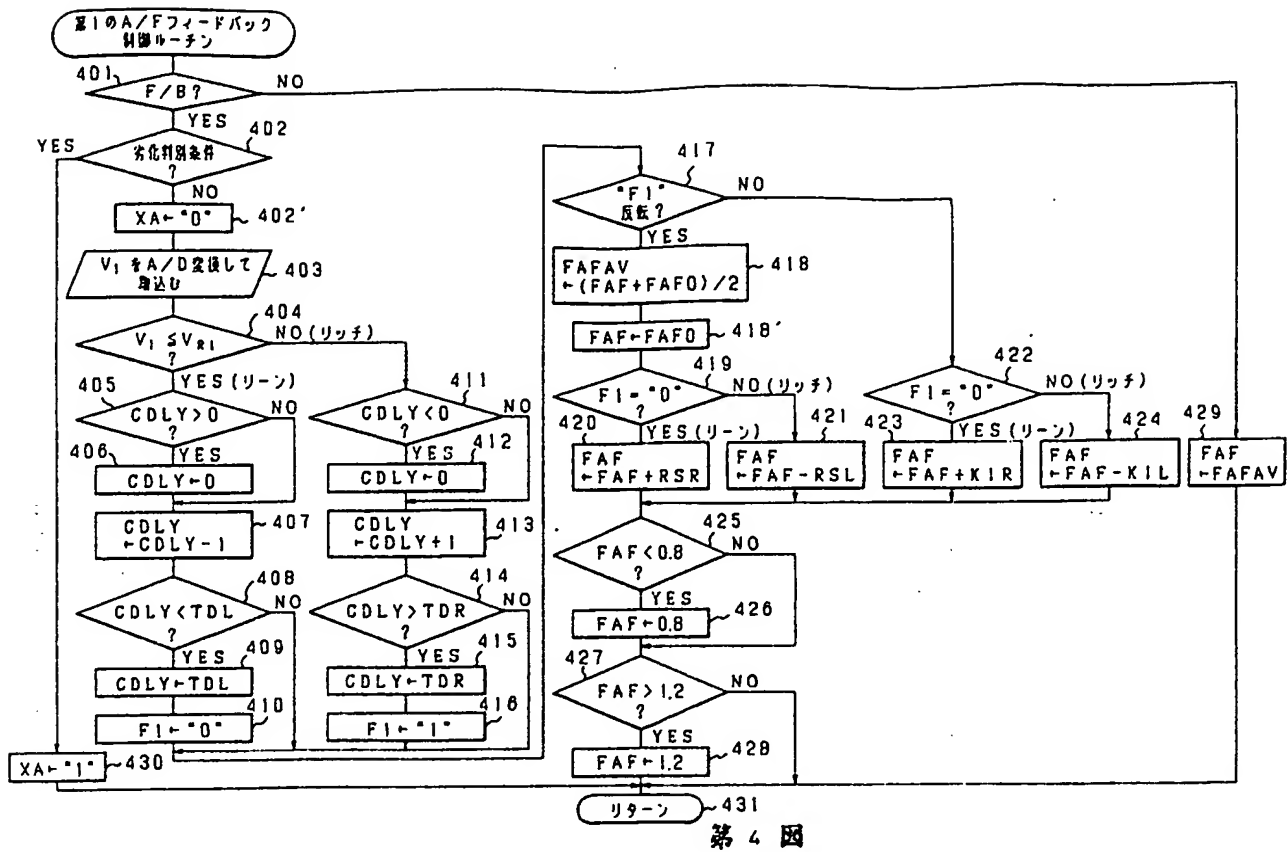


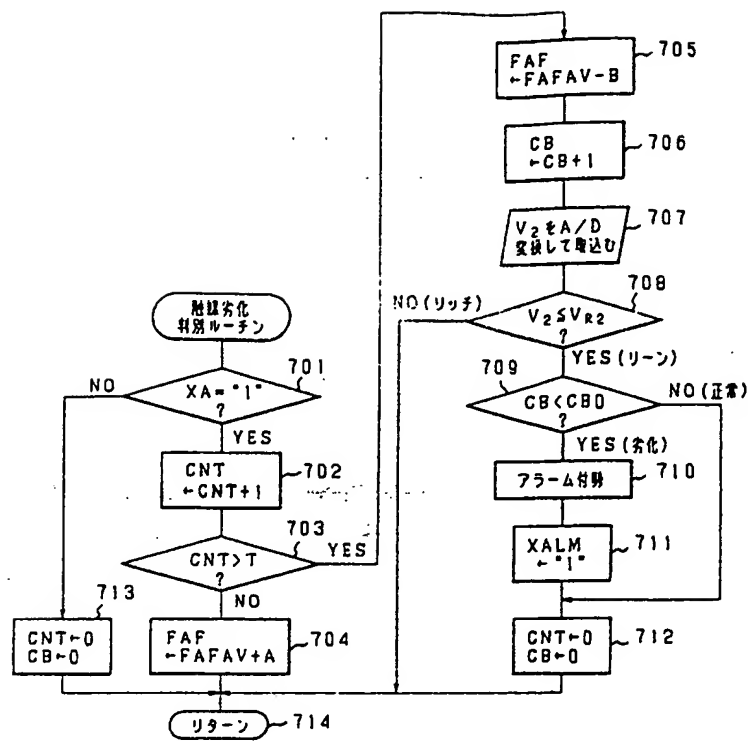
第 5 図



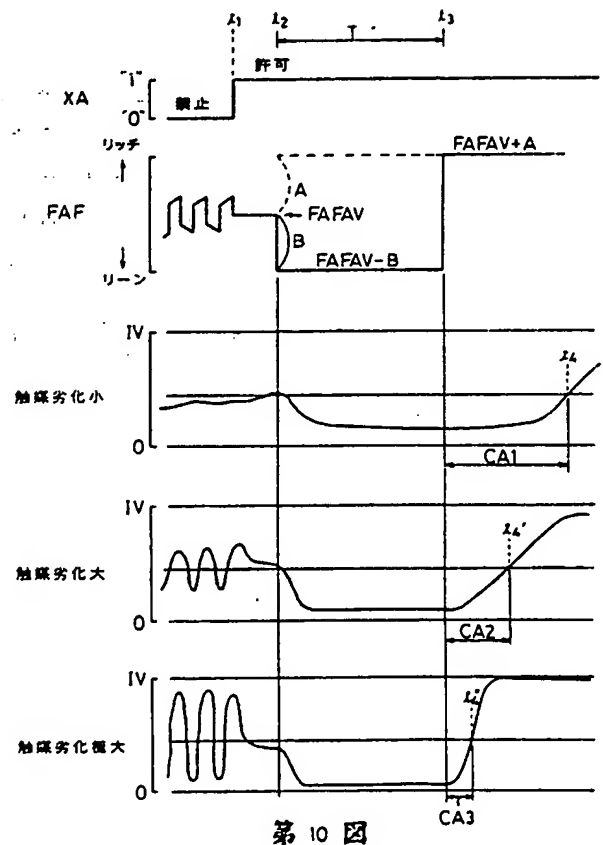
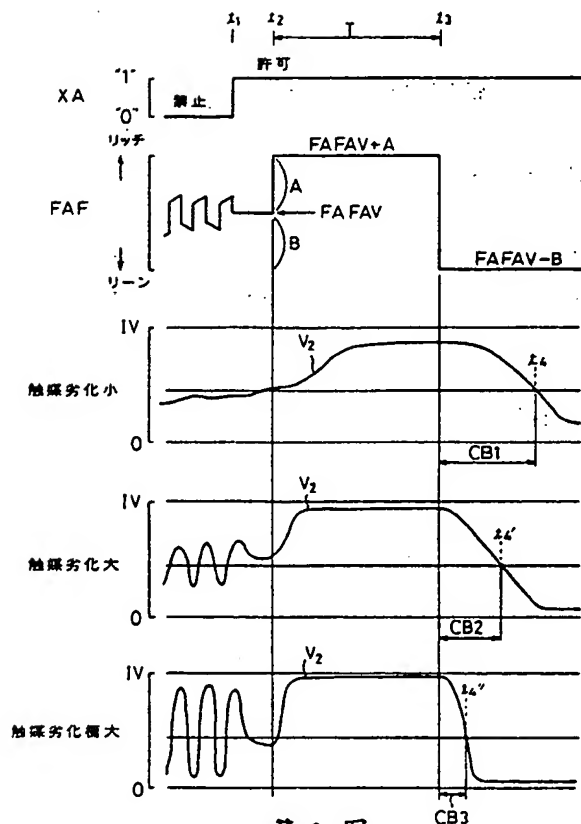
- 1... 機関本体
- 3... エアフローメータ
- 4... ディストリビュータ
- 5, 6... クランク角センサ
- 12... 触媒コンバータ
- 13... 上流側O₂センサ
- 15... 下流側O₂センサ
- 17... アイドルスイッチ
- 18... T端子

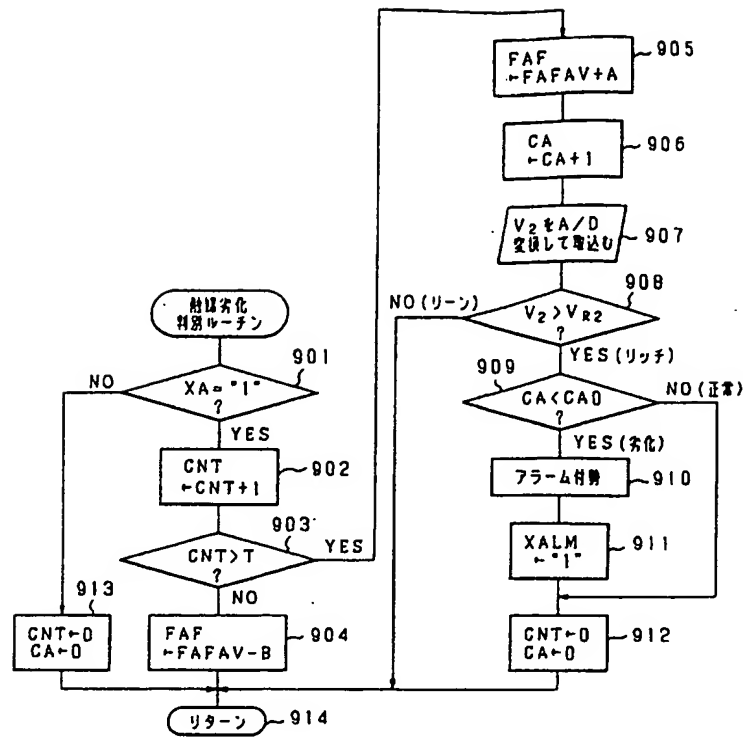
第 3 図



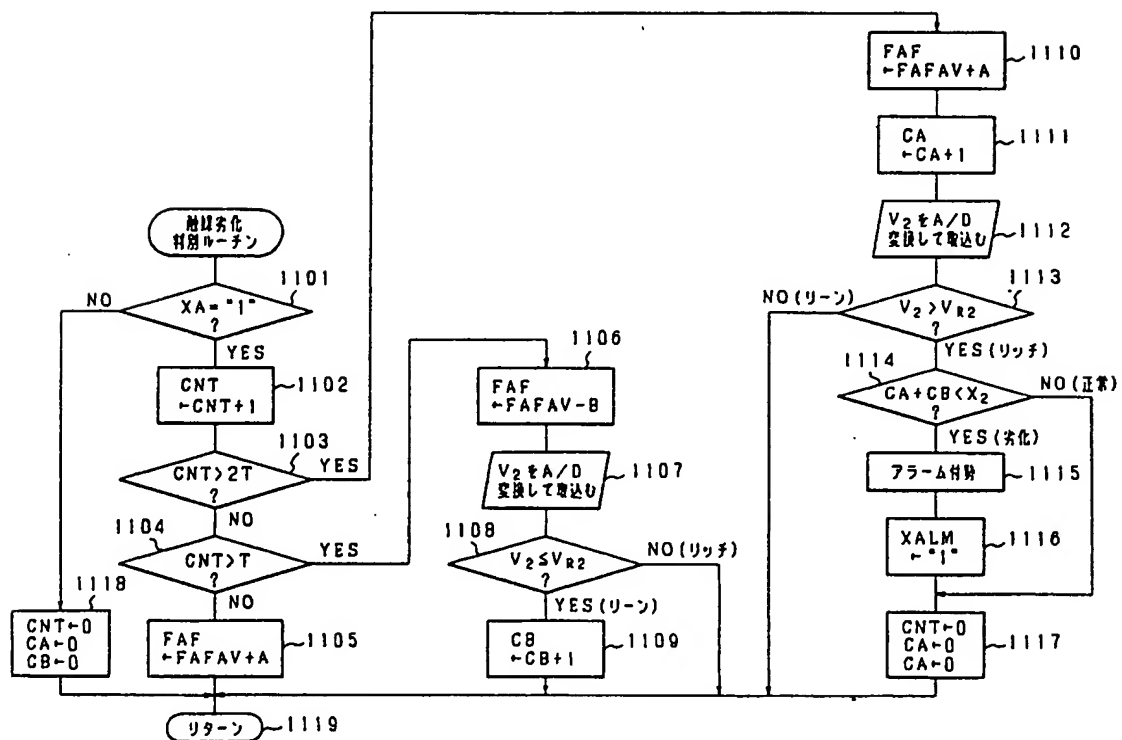


第 7 図

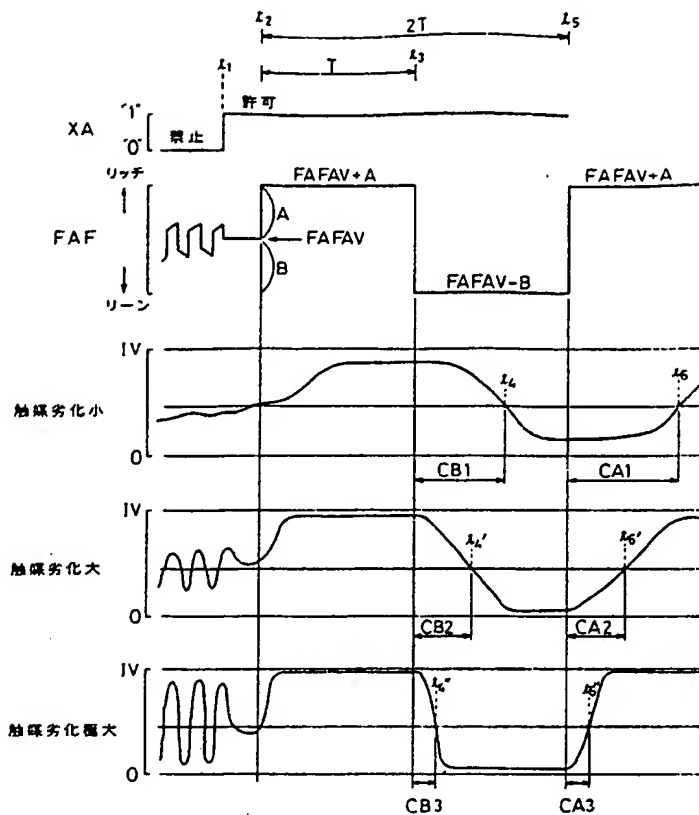




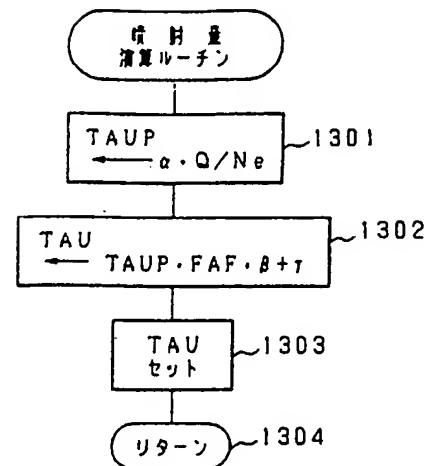
第9図



第11図



第 12 図



第 13 図

手 続 補 正 書 (自 発)

平成 1 年 7 月 2 日

特許庁長官 吉 田 文 毅 殿

1. 事件の表示

平成 1 年特許願第 0 2 3 9 6 2 号

2. 発明の名称

内燃機関の触媒劣化判別装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (320) トヨタ自動車株式会社

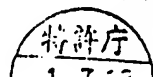
4. 代 理 人

住所 〒105 東京都港区虎ノ門一丁目 8 番 10 号

静光虎ノ門ビル 電話 504-0721

氏名 弁理士 (6579) 青 木 朗

(外 4 名)



5. 補正の対象

(1) 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

(2) 図面 (第 11 図)

6. 補正の内容

(1) (a) 明細書第 19 頁第 17 行目「あること」の後に「、」を挿入する。

(b) 明細書第 37 頁第 13 行目から第 14 行目「 $t_2 \sim t_3$ 」を「 $t_2 \sim t_4$ 」と補正する。

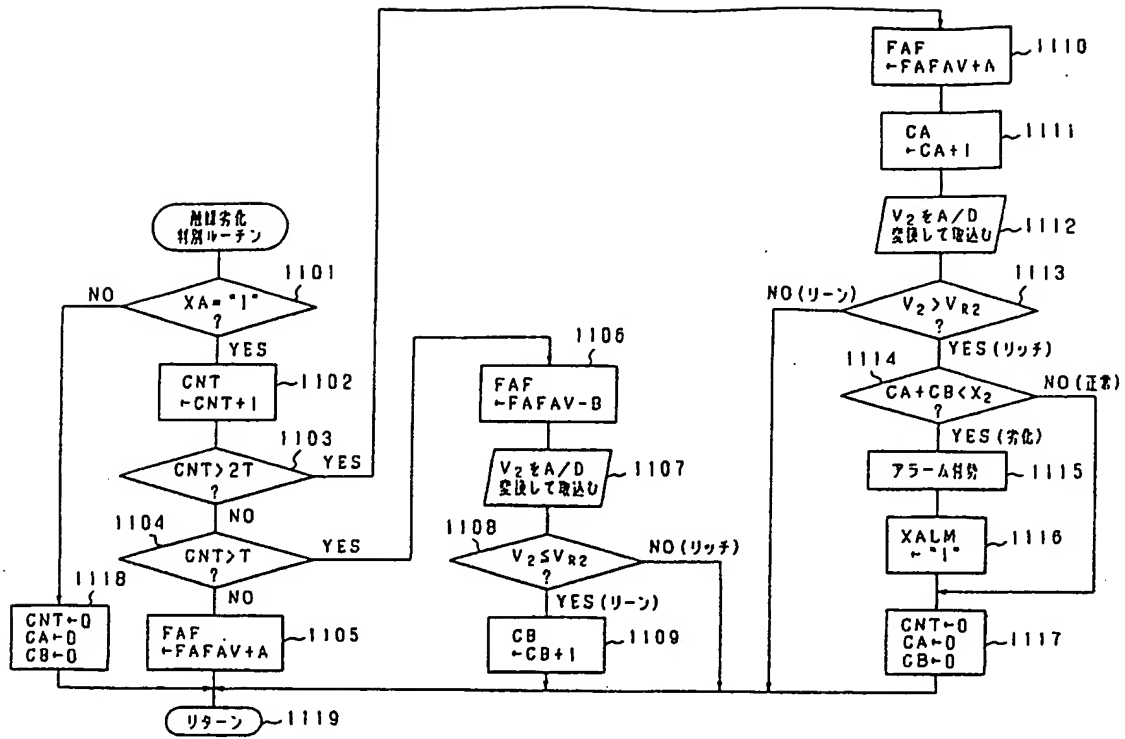
(c) 明細書第 42 頁第 8 行目「時空気量」を「次空気量」と補正する。

(2) 別紙の通り、第 11 図のステップ 1117 の「C A」を「C B」と補正する。

7. 添付書類の目録

図面 (第 11 図)

1 通



第 11 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)